

Світлодіодні лампи з корпусами на основі композитних матеріалів

Василинчук І. П., Сидько І. П.

ТОВ «ОСП Корпорація Ватра», м. Тернопіль

Журавльов Є. Л., Конон О. П.

ТОВ «Інкерам», м. Біла Церква

Зелінський Р. Я., Корнага В. І., Сорокін В. М.

Інститут фізики напівпровідників ім. В. Е. Лашкарьова НАН України,

просп. Науки 41, м. Київ

Ринкові перспективи світлодіодних ламп (СДЛ) з цоколем Едісона суттєво залежать від зниження цін на ці енергоефективні джерела світла. Як відомо, суттєвий вклад в ціну СДЛ вносить корпус СДЛ, котрий виконує одночасно і роль радіатора, який забезпечує відвід тепла із теплонапружених зон плати з СД. Для пристроїв зниження теплових навантажень і температурної стабілізації потужних світлодіодів традиційно використовують метали і їхні сплави. В пропонованій роботі представлені результати розробки та дослідження (СДЛ) на основі потужних білих світлодіодів з застосуванням радіаторів з теплопровідної алюмооксидної кераміки і теплопровідної пластмаси. Приводяться результати дослідження полімерних термоеластопластичних композиційних матеріалів вітчизняного виробництва, теплопровідні, теплорозсіюючі властивості та механічні властивості яких задовольняють конструктивним вимогам до корпусів СДЛ. Питома вага ТПП становить 1,1...1,3 г/см³, що майже у 2 рази менша в порівнянні із литтєвим алюмінієво-кремнієвим сплавом АК12 (2,65 г/см³) чи екструзійним АД31 (2,37 г/см³). Композиційний матеріал має об'ємну усадку в межах 0,2...0,5%, що забезпечує отримання точних виробів із чіткими контурами та стабільно точними приєднувальними розмірами, технологічну можливість переробки литтям під тиском у металевих литтєвих формах на термопластавтоматах без використання додаткових змащувальних речовин.

В якості ТПК було досліджено кераміку на основі корунду $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, яка характеризується низькими діелектричними втратами в діапазоні радіочастот і при підвищених температурах (понад 100°C), а також володіє високою нагріво-стійкістю (до 200°C), має хорошу міцність, достатню для конструкції корпусів СДЛ, хорошу теплопровідність – 15-20 Вт/м К, хороші електроізоляційні властивості, що дозволяє розміщувати електронну схему керування в корпусі СДЛ без додаткових конструктивних елементів, що забезпечують електробезпеку конструкції СДЛ. Встановлено, що для набуття оптимальних теплопровідних властивостей оптимальний вміст оксиду алюмінію в кераміці повинен складати – 78%. Іншу частину суміші складають так звані склофази, куди входять технічний глинозем та електрокорунд, добавки MgO і TiO₂, що гальмують ріст кристалів. Введення специфічних компонентів у вихідну суміш дозволило зменшити температуру її переробки та наступного спікання, без погіршення теплопровідних властивостей та механічної міцності, негативного впливу на зовнішній вигляд готових деталей. Густина матеріалу у вигляді готової деталі після тер-

мообробки становить $3,97 \text{ г/см}^3$. Хороші литтєві властивості керамічної суміші дозволяють її переробляти (лити) на спеціальному обладнанні з високою продуктивністю у знімних металевих формах, забезпечуючи високопродуктивний процес.

Експериментальні зразки СДЛ з радіаторами на основі розроблених композиційних матеріалів показані на рис.1. Досліджено фотометричні і електричні характеристики СДЛ на основі чотирьох, п'яти і шести одноватних білих СД на друкованій платі МСРСВ при керуванні постійним струмом величиною 350 мА, який задавався вмонтованою в корпус радіатора електронною схемою керування, здатною працювати при температурах оточуючого середовища від -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$.



Рис.1 – Експериментальні зразки СДЛ з радіаторами на основі ТПП -а, ТПК - б і сплаву алюмінію – в. Повна площа радіатора із ТПП і ТПК становить $182,7\text{см}^2$ і $225,5\text{см}^2$ для радіатора із сплаву алюмінію

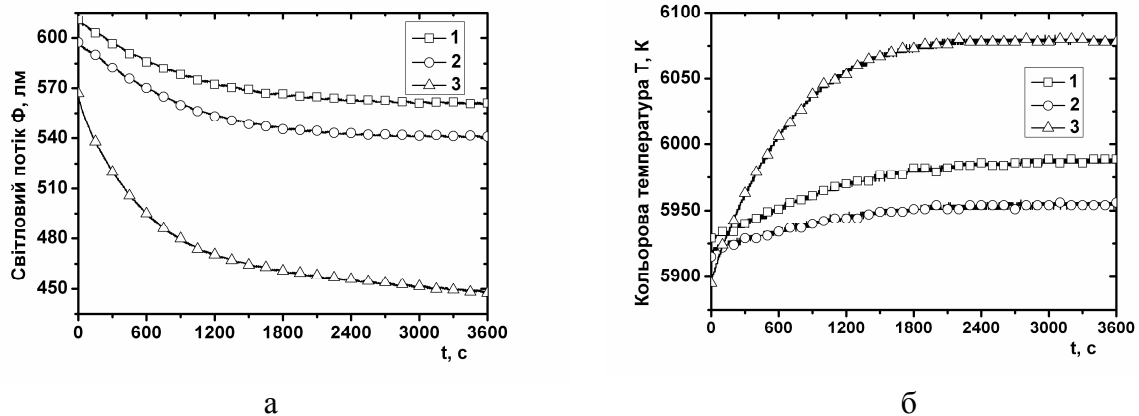
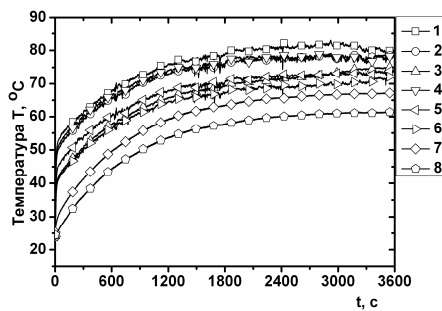
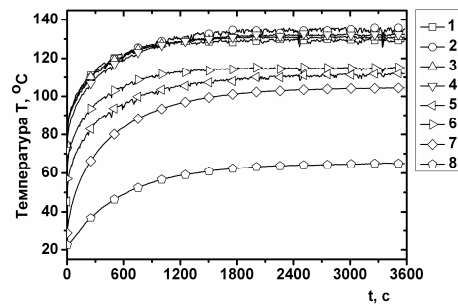


Рис.2 – Кінетика світлового потоку (а) та колірної температури (б) СДЛ із шести СД зі схемою керування на друкованій платі МСРСВ з радіаторами: 1- сплав алюмінію; 2- ТПК; 3 – ТПП. $T=20^{\circ}\text{C}$.



а



б

Рис.3 – Кінетика температури в характерних точках світлодіодного джерела світла на основі шести потужних білих світлодіодів з застосуванням радіатора на основі ТПК (а) и ТПП (б) (1- 6 - температура на лінзі СД ; 7 - температура на платі; 8 - температура на радіаторі). $T=20^{\circ}\text{C}$.

Кінетики світлового потоку, кольорової температури і температури в характерних точках СДЛ із шести СД Z5 зі схемою керування на друкованій платі МСРСВ з радіаторами із ТПП, ТПК і сплаву алюмінію, які подані на рис.2 і рис.3 демонструють перспективність використання ТПК для створення корпусів СДЛ. Дійсно, за параметрами СДЛ з ТПК не поступаються СДЛ із сплаву алюмінію, а поскільки алюмооксидна кераміка володіє хорошими діелектричними властивостями, то це відкриває можливість спрощення електронної схеми керування. Щодо радіаторів СДЛ на основі ТПП то, на наш погляд, потрібні додаткові дослідження в частині збільшення як теплопровідності ТПП, так і теплорозсіючої здатності радіатора на її основі.